

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-297209

(43)Date of publication of application : 12.11.1993

(51)Int.Cl.

G02B 5/18

(21)Application number : 04-104738

(71)Applicant : OLYMPUS OPTICAL CO LTD

(22)Date of filing : 23.04.1992

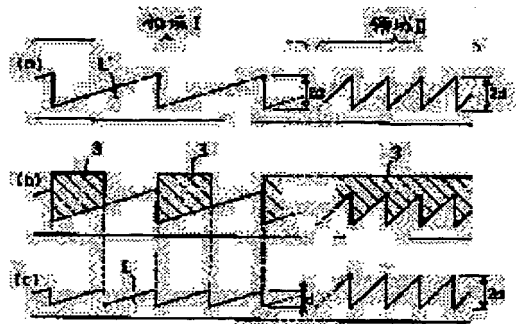
(72)Inventor : ISHII TETSUYA

(54) MANUFACTURE OF UNEQUALLY SPACED DIFFRACTION GRATING

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an unequal space diffraction grating that has been optimized in the desired diffraction orders respectively in the different regions inside the diffraction grating surface, and whose sectional shape has been formed in sawteeth.

CONSTITUTION: In the first process, an unequally spaced diffraction grating (L') having a sawtooth-shaped sectional shape and in which the diffraction efficiency has been optimized with regard to higher order diffracted light is formed. In the second process, the sectional structure is divided by etching while keeping the sawtooth shape in an arbitrary region inside the diffraction grating surface to form a region where the diffraction efficiency of the lower order diffracted light has been optimized and also the desired diffraction angle has been achieved by the diffracted light, so that an unequal space diffraction grating (L) can be obtained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 5 - 2 9 7 2 0 9

(43) 公開日 平成 5 年 (1993) 11 月 12 日

(51) Int. Cl.⁵
G02B 5/18

識別記号 庁内整理番号
9018-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 4 - 1 0 4 7 3 8
(22) 出願日 平成 4 年 (1992) 4 月 23 日

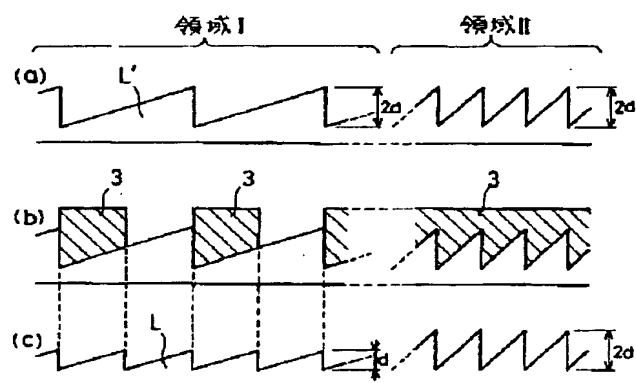
(71) 出願人 0 0 0 0 0 3 7 6
オリンパス光学工業株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号
(72) 発明者 石井 哲也
東京都渋谷区幡ヶ谷 2 丁目 4 3 番 2 号 オ
リンパス光学工業株式会社内
(74) 代理人 弁理士 篠原 泰司 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 不等間隔回折格子の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 回折格子面内の異なる領域において夫々所望の回折次数で最適化された、断面形状が鋸歯に加工された不等間隔回折格子を提供する。

【構成】 第 1 の工程で高次の回折光について回折効率が最適化された鋸歯状の断面形状を有する不等間隔回折格子(L')を形成する。第 2 の工程でこの回折格子面内の任意の領域において、エッチングにより鋸歯形状を保ったまま断面構造を分割して、より低次の回折光の回折効率が最適化され且つ所望の回折角がその回折光で達成された領域を形成し、不等間隔回折格子(L)を得る。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 任意の次数の回折光について、ある所定の回折効率を満足するような鋸歯状の断面形状を有する不等間隔回折格子を形成する第 1 の工程と、

該第 1 の工程で形成された不等間隔回折格子の任意の領域において、鋸歯形状を保ったまま断面構造を分割し又は結合することによって、より低次又は高次の回折光の回折効率が最適化され、且つ、所望の回折角が該低次又は高次の回折光で達成された領域を形成する第 2 の工程とから成る、不等間隔回折格子の製造方法。

【請求項 2】 回折格子の断面構造を分割又は結合する第 2 の工程は、回折格子の一部の領域の厚さを、エッチングにより減少させ、又は適当な物質を堆積させて増加させるフォトリソグラフィプロセスであることを特徴とする、請求項 1 に記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【産業上の利用分野】本発明は、鋸歯状の断面形状を有する不等間隔回折格子の製造方法にかかり、特に回折格子面内の異なる領域で所望の次数の回折光の回折効率を最適化した不等間隔回折格子の製造方法に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】回折格子の断面形状を鋸歯状化することにより回折効率が向上され得ることは従来より知られている。図 4 は断面形状を鋸歯状に形成し且つレンズ作用を持つように間隔を調整して回折格子を加工した回折型レンズの正面図、図 5 はその略断面図であるが、このように、レンズの断面形状が完全に鋸歯状の場合、ブレース条件を満足する波長において 100 パーセントに近い回折効率を達成することができる。又、回折型レンズにレンズ作用を与える場合、同心円の外周付近における回折角を内周付近の回折角より大きくする必要があるが、この場合、図 5 に示す如く、外周付近の領域 II における格子間隔 P 2 が内周付近の領域 I における格子間隔 P 1 より小さくなるのが一般的である。

【 0 0 0 3 】しかし、実際にこのような回折型レンズを製造する場合、領域 II における格子間隔 P 2 は加工装置の加工寸法精度に依存するため、この加工精度上の限界からレンズ設計上の制限が生じていた。この制限は、より高性能な回折型レンズを製造する際の妨げとなっていた。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】ところで、回折格子の回折角と格子間隔の関係は、回折格子への入射光線角を θ 、射出光線角を θ' 、格子間隔を P、入射光線波長を λ としたとき、次式 (1) で与えられる。

$$\sin \theta' - \sin \theta = m \lambda / P \quad (1)$$

但し、m は回折次数 (0, ± 1 , ± 2 , ...) である。この式 (1) から、より高次の回折光を利用すれば、低次の回折光を利用した場合の入射光線角 θ と射出

2

光線角を θ' の関係と同じ関係が、より広い格子間隔で得られることがわかる。即ち、より高次の回折光で最適化された回折格子ほど、回折格子全域に渡って格子間隔を広くすることができ、上述した設計上の制限が緩和されることを示している。

【 0 0 0 5 】一方、回折格子の厚さに関しては、例えば図 5 に示した如き鋸歯状の断面形状を有する回折格子において、その格子厚即ち回折格子の表面レリーフ構造の深さを極めて薄く (浅く) すれば、一定の次数の範囲内で、回折光の回折効率を次数に関わらず 100 パーセントにすることができる。従って、この次数の範囲内では、回折格子を最も高次の回折光で最適化すれば、格子間隔の広がりにより加工精度上の制限が緩和され、且つ低次の回折光に対しても最適化され得ることとなり、設計においてより有利となる。しかし、実際には、高次の回折光で最適化された回折格子は、格子厚が厚くならざるを得ず、従って回折効率は低下する。

【 0 0 0 6 】このように、高次の回折光を利用した回折型レンズには、格子間隔を広くできる長所と格子厚が厚くなる短所が共存するが、かかる長所を有効に利用して、回折型レンズの集光効率を高め且つ設計上の制限を緩和する方法としては、格子間隔が十分広く加工が用意な領域においては低次の回折光を利用し、格子間隔が狭く加工が困難な領域においては高次の回折光を利用する方法がある。図 5 を用いてこれを説明すれば、例えば格子間隔が広いレンズ中心付近の領域 I において 1 次の回折光を利用し、格子間隔が狭い外周付近の領域 II において 2 次の回折光を利用するようにすれば、領域 II における格子間隔は、この領域で 1 次回折光を利用して最適化された場合と比較して 2 倍の間隔で加工され得るので、製造上の余裕度を向上させることができる。又、領域 I においては 1 次回折光を利用しているため、この回折型レンズ全体を 2 次の回折光で構成した場合よりも、集光効率を高くすることができる。

【 0 0 0 7 】このように不等間隔回折格子の一部の領域で高次の回折光を利用し得るようにすることが有意義であるにも関わらず、かかる不等間隔回折格子を実際に製造する方法は従来なかった。

【 0 0 0 8 】本発明は、従来の技術の有するこのような問題点を鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、回折格子面内の異なる領域において夫々所望の回折次数で最適化された、断面形状が鋸歯に加工された不等間隔回折格子を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】本発明による不等間隔回折格子の製造方法は、任意の次数の回折光について、ある所定の回折効率を満足するような鋸歯状の断面形状を有する不等間隔回折格子を形成する第 1 の工程と、第 1 の工程で形成された不等間隔回折格子の任意の領域において、鋸歯形状を保ったまま断面構造を分割し又は結合

10

20

30

40

50

することによって、より低次又は高次の回折光の回折効率が最適化され、且つ、所望の回折角が該低次又は高次の回折光で達成された領域を形成する第 2 の工程とから成ることを特徴としている。

【0010】又、上記回折格子の断面構造を分割し又は結合する第 2 の工程は、回折格子の一部の領域の厚さを、エッチングにより減少させ、又は適当な物質を堆積させて増加させるフォトリソグラフィープロセスであることを特徴としている。

【0011】

【作用】高次の回折光で回折効率が最適化された不等間隔回折格子において、格子間隔 P が十分広い領域における回折効率を向上させるため、この領域で最適化する場合、光線が回折格子に垂直に入射したときの m 次回折光の回折角 θ は、前記式 (1) より、次式 (2) で与えられる。

$$\sin \theta = m \lambda / P \quad (2)$$

又、鋸歯状の断面形状をもった回折格子が m 次の回折光で最適化されているとすると、そのときの格子厚 D は、次式 (3) で与えられる。

$$D = m \lambda / (n - 1) \quad (3)$$

但し、n はこの回折格子が形成されている基板の屈折率である。従って、回折角 θ を変化させないで 1 次の回折光で最適化された領域を形成するためには、式 (2)、(3) より、かかる領域の格子間隔 P と格子厚 D を 1 / m 倍にすればよい。

【0012】図 1 は本発明の原理を説明するための図であって、(a) は第 1 の工程で形成された断面形状が鋸歯状に加工された不等間隔回折格子の一部の領域を示す略断面図、(b) はこの回折格子の断面を分割する第 2 の工程を示す回折格子の略断面図、(c) は第 2 の工程で形成される回折格子の一部の領域を示す略断面図である。図中、L' は第 1 の工程で形成される回折格子、L は第 2 の工程で形成される回折格子、P は格子間隔、D は格子厚である。ここで、この回折格子は第 1 の工程で 3 次の回折光で最適化されているとすると、1 次の回折光で最適化された領域を形成するためには、同図 (a) で示す回折格子の 1 周期分の断面構造を同図 (b) に示すように区切り、同一形状の部位 1 を鋸歯状の斜面に沿って 3 箇所に形成すればよい。このとき、部位 1 の形状は同図 (a) の 1 周期分の鋸歯形状を 1 / 3 の大きさに縮小したものに相当する。同図 (b) における部位 1 の底部 2 を同一面内に揃えたものが同図 (c) であるが、これは第 1 の工程で形成された回折格子の格子間隔 P と格子厚 D をそれぞれ 1 / 3 倍にしたものに相当し、上記式 (2)、(3) より、このような操作をした領域が回折角を変化させずに、1 次の回折光で最適化されていることがわかる。

【0013】又、同図 (a) 乃至 (c) の逆の過程により、即ち隣接する格子の鋸歯状の斜面を結合することに

より、低次の回折光で最適化された、例えば回折格子の外周付近の領域を、回折角を変化させることなく、より高次の回折光で最適化させることができる。

【0014】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

第 1 実施例

図 2 は、第 1 実施例により不等間隔の回折格子で成る回折型レンズが形成される工程を示した回折格子の略断面図である。本実施例の回折型レンズは、格子間隔の広い中心付近の領域 I においては 1 次の回折光を利用し、格子間隔の狭い外周付近の領域 II においては 2 次の回折光を利用しようとするものである。

【0015】先ず、同図 (a) に示すように 2 次の回折光について回折効率が最適化された鋸歯状の断面形状を有する回折型レンズ L' をガラス基板上に形成する。図中、2 d は格子厚を示している。このように断面形状を鋸歯形状に加工する方法としては、例えば特開平 3 - 1 2 0 5 0 1 号公報で開示されているように、機械加工や収束ビームによる加工等の公知の方法を利用すればよい。

【0016】2 次の回折光で最適化された回折型レンズの一部の領域に、1 次の回折光で最適化された領域を形成するためには、その領域において格子厚と格子間隔を夫々 1 / 2 倍すればよく、これをフォトリソグラフィの手法により実現する。即ち、同図 (a) で示した回折格子表面にフォトレジスト 3 を塗布し、1 次の回折光で最適化させる領域 I のみに、同図 (b) で示すように下地のパターンと同周期でデューティー比が 1 : 1 のバイナリーパターンを形成する。

【0017】そして、この基板に深さ d の異方性エッチングを施した後、レジストを剥離すれば、最終的に同図 (c) に示すように、格子間隔の広い中心付近の領域 I においては 1 次の回折光が利用され、格子間隔の狭い外周の領域 II においては 2 次の回折光が利用され得る、格子間隔と格子厚が調整された回折型レンズ L が形成される。

【0018】第 2 実施例

図 3 は、第 2 実施例により不等間隔の回折格子で成る回折型レンズが形成される工程を示した回折格子の略断面図である。本実施例の回折型レンズは、格子間隔の広い中心付近の領域 I においては 1 次の回折光を利用し、格子間隔の狭い外周付近の領域 II においては 3 次の回折光を利用しようとするものである。

【0019】先ず、同図 (a) に示すように、3 次の回折光について回折効率が最適化された鋸歯状の断面形状を有する回折型レンズ L' をガラス基板上に形成する。図中、3 d は格子厚を示している。断面形状を加工する方法は、前記第 1 実施例で説明した適宜な方法による。

【0020】3 次の回折光で最適化された回折型レンズ

の一部の領域に、1次の回折光で最適化された領域を形成するためには、その領域において格子厚と格子間隔を夫々 $1/3$ 倍すればよい。これをフォトリソグラフィの手法により実現するためには、同図(a)で示した回折格子表面にフォトレジスト4を塗布し、1次の回折光で最適化させる領域Iのみに、同図(b)で示すように下地のパターンと同周期でデューティー比が1:2のバイナリーパターンを形成する。

【0021】この基板に深さ $2d$ の異方性エッチングを施した後、レジストを剥離すれば、同図(c)に示す断面形状の格子パターンが形成される。更に、同図(c)で示したパターン表面にフォトレジスト5を塗布し、1次の回折光で最適化させる領域Iのみに、同図(d)で示すように下地のパターンと同周期でデューティー比が1:2のバイナリーパターンを形成する。そして、この基板に深さ d の異方性エッチングを施した後、レジストを剥離すれば、最終的に同図(e)で示すように、格子間隔の広い中心付近の領域Iにおいては1次の回折光が利用され、格子間隔の狭い外周の領域IIにおいては3次の回折光が利用され得る、格子間隔と格子厚が調整された回折型レンズLが形成される。

【0022】上述の実施例では、断面構造を分割する方法として異方性エッチングを用いたが、この工程を、基板と同じ光学的性質を有する材料を堆積することにより、隣接する格子の鋸歯状の斜面を結合する工程に置き換えても同様な結果が得られる。又、本発明においては、回折格子の断面形状を鋸歯形状に加工する方法に制限はない。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、いかなる方法で回折格子の断面形状を鋸歯形状に加工する場合においても、所望の領域において、所望の次数の回折光で回折効率が最適化された不等間隔回折格子を製造

することができる。このことは、従来の製造プロセスを殆ど変更する必要がないことを示している。又、本発明によれば、回折格子面内の領域によって回折次数が異なるにも関わらず、特定の次数で不等間隔回折格子を設計し、その後に任意の領域における回折次数を変化させることができるため、設計上の煩わしさを低減できる。従って、回折格子面内の異なる領域において夫々所望の回折次数で最適化されていて断面形状が鋸歯に加工された不等間隔回折格子を容易に提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)乃至(c)は夫々本発明により回折格子の一部の領域が任意の次数の回折光で最適化される工程を示した断面形状が鋸歯状に加工された不等間隔回折格子の略断面図である。

【図2】(a)乃至(c)は夫々本発明の第1実施例により2次の回折光で最適化された回折格子の一部の領域が1次の回折光で最適化される工程を示した断面形状が鋸歯状に加工された不等間隔回折格子の略断面図である。

【図3】(a)乃至(e)は夫々本発明の第2実施例により3次の回折光で最適化された回折格子の一部の領域が1次の回折光で最適化される工程を示した断面形状が鋸歯状に加工された不等間隔回折格子の略断面図である。

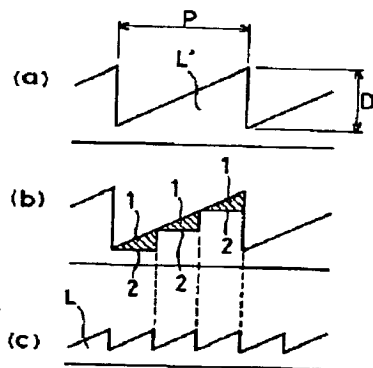
【図4】断面形状を鋸歯状に形成し且つレンズ作用を持つように間隔を調整して回折格子を加工した回折型レンズの正面図である。

【図5】図4に示した回折型レンズの略断面図である。

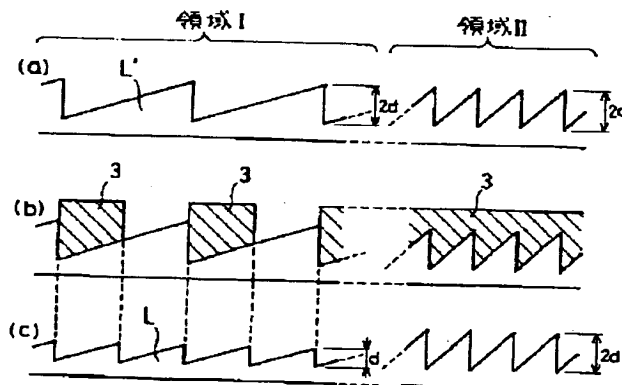
【符号の説明】

1・・・部位 2・・・底部 3, 4, 5・・・レジスト
L'・・・第1の工程で形成される回折格子
L・・・第2の工程で形成される回折格子

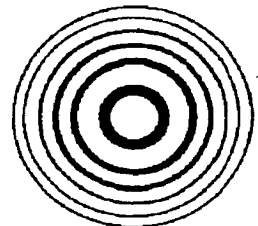
【図1】



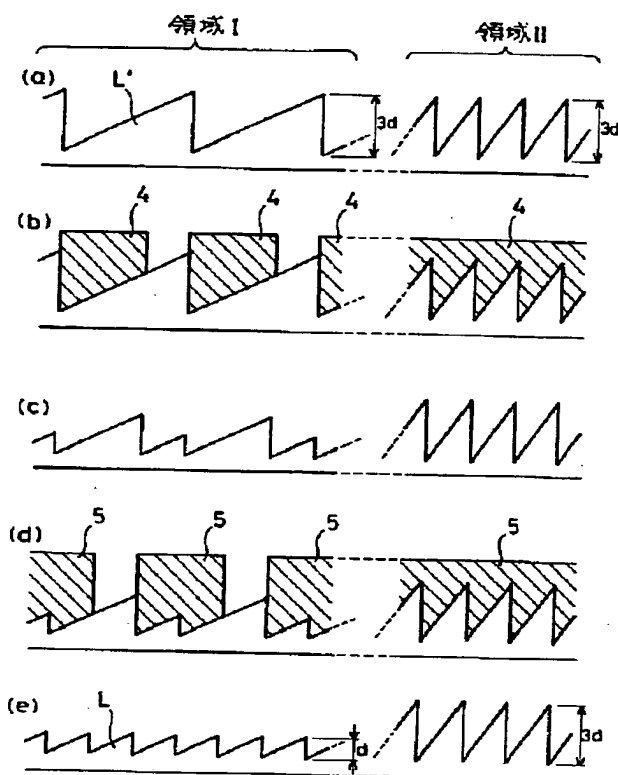
【図2】



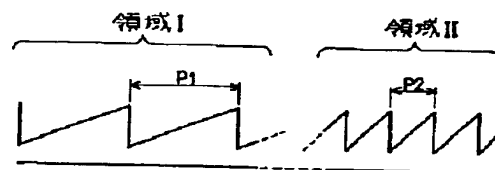
【図4】



【図 3】



【図 5】



【手続補正書】

【提出日】平成 4 年 1 2 月 2 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 2

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 2】図 1 は本発明の原理を説明するための図であって、(a) は第 1 の工程で形成された断面形状が鋸歯状に加工された不等間隔回折格子の一部の領域を示す略断面図、(b) はこの回折格子の断面を分割する第 2 の工程を示す回折格子の略断面図、(c) は第 2 の工程で形成される回折格子の一部の領域を示す略断面図である。図中、 L' は第 1 の工程で形成される回折格子、 L は第 2 の工程で形成される回折格子、 P は格子間隔、 D

は格子厚である。ここで、この回折格子は第 1 の工程で 3 次の回折光で最適化されているとすると、1 次の回折光で最適化された領域を形成するためには、同図 (a) で示す回折格子の 1 周期分の断面構造を同図 (b) に示すように区切り、底部 2 が同一面内に揃うように、同一形状の部位 1 を 3 箇所形成すればよい。このとき、部位 1 の形状は同図 (a) の 1 周期分の鋸歯形状を $1/3$ の大きさに縮小したものに相当する。同図 (b) における部位 1 の底部 2 を同一面内に揃えたものが同図 (c) であるが、これは第 1 の工程で形成された回折格子の格子間隔 P と格子厚 D をそれぞれ $1/3$ 倍にしたものに相当し、上記式 (2)、(3) より、このような操作をした領域が回折角を変化させずに、1 次の回折光で最適化されていることがわかる。